

映像脈波の生成要因に関する研究

著者	堀畑 友希
雑誌名	東北大学電通談話会記録
巻	87
号	1
ページ	132-133
発行年	2018-08
URL	http://hdl.handle.net/10097/00123468

修士学位論文要約（平成30年3月）

映像脈波の生成要因に関する研究

堀畑 友希

指導教員：吉澤 誠， 研究指導教員：杉田 典大

A Study on Physiological Factors Affecting Video Plethysmogram

Yuki HORIHATA

Supervisor: Makoto YOSHIKAWA, Research Advisor: Norihiro SUGITA

To obtain human biological information in an easy, non-contact and remote fashion, a pulse wave can be extracted from a video image of the body taken with a video camera. It is called video plethysmogram (VPG) and used to estimate heart rate (HR), blood pressure (BP) and respiration and so on. In this study, in order to clarify the generation mechanism of the VPG, this study focused on two possible factors caused by biofunction: oscillation in the epidermis caused by vasomotion and the change of the circulatory dynamics. As a result, the mean values of the heart rate component included in the VPG (vHRC) were -59.7 and -73.0 dB respectively with and without coating cream painted on the subject's right hand. This result means the oscillation in the epidermis hardly affects the formation of the VPG. In addition, it was suggested that the change in pressure caused by arteries affects the amount of the VPG on the basis of the results of the other experiments.

1. はじめに

近年、ビデオカメラを用いた生体情報取得手法が注目されており、身体を撮影した映像から抽出された脈波情報を表す信号は映像脈波と呼ばれる。映像脈波は、生理的な要因や測定環境等の様々な要因の影響を受けると考えられており、例えば身体映像中から表皮の動きを抽出した先行研究²⁾が存在することから、表皮の揺動が映像脈波に影響を与えると考えられる。また、Sidorovらの研究³⁾では、皮下組織の血管を圧迫すると映像脈波が増幅すると報告しており、皮下組織の循環動態の変化も影響を与えると推測できる。先行研究によって要因は多数推測されるが、現段階では映像脈波に影響を与える要因は具体的に特定されておらず、要因別の影響の大きさは調査されていない。そこで本研究では、映像脈波の生成要因の特定と要因別の影響の大きさの調査を目的とし、特に身体の揺動と皮下の循環動態の変化が映像脈波に与える影響について調査した。

具体的には、光遮断用クリームを測定部位に塗布し、表皮で反射する光の成分だけを抽出することで、表皮の揺動の影響について調査し、皮下の循環動態に関しては、皮下の循環動態を表す主なパラメータである皮膚血流量と測定部位の血圧(局所血圧)を変えて実験を行った。

2. 表皮の揺動の影響に関する実験

健康な男性5名(平均年齢22.4歳)が実験に参加した。実験環境を図1に示す。被験者には、心電図計(MP100C、Biopac社製)を装着した状態で撮影を行った。本実験では可視光カメラとして、120 fpsのCMOS

カメラ(DFK33UX252、Image source社製)を用いた。また、掌から50 cm離れた距離で5.7 W/m²の放射照度で光を照射する白色LED(LWK-10、畑屋製作所製)を光源として使用した。被験者の掌に光遮断用クリームを塗布した状態で、厚さ2 mmのアクリル板に接触させ、掌を固定した状態で撮影した。また、結果を比較するために、クリームを塗らない状態でも同様に撮影を行った。撮影時間はいずれの条件でも30秒間とし、1つの条件あたり3回計測を行った。

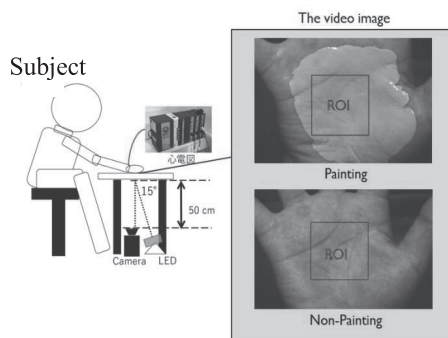


図1 表皮の揺動の影響に関する実験の測定環境。

解析の際には、実験で得られた映像から掌の一部に関心領域(ROI)として映像脈波を抽出した。その後、映像脈波に対しパワースペクトル密度推定を行い、1Hz付近のピーク点を心拍成分強度と定義して比較した。

光遮断用クリームを塗った状態と塗っていない状

態の心拍成分強度の結果を図 2 に示す。塗った状態で平均-59.7 dB、塗っていない状態では平均-73.0 dB であることが分かった。この結果から、皮膚表面の揺動の成分は映像脈波にほとんど含まれないことが分かった。

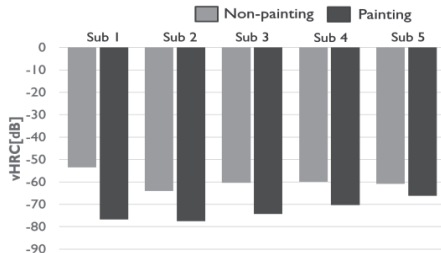


図 2 光遮断用クリーム塗布の有無による心拍成分強度の比較。

3. 皮下の循環動態の変化の影響に関する実験

実験環境を図 3 に示す。被験者には、心電図(MP100C、BIOPAC)、連続血圧計(FINOMETER MIDI、Finapres Medical Systems)、レーザードップラー血流計(FLO-C1、Omegawave)を装着させた。なお、使用した連続血圧計には血圧を補正するための位置センサが搭載されているため、このセンサを解除して測定を行った。

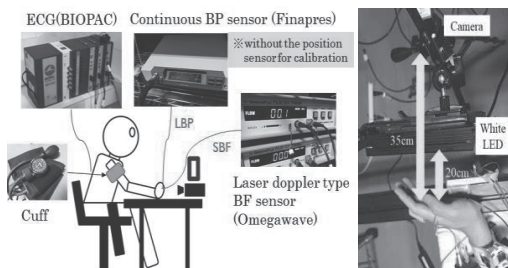


図 3 皮下の循環動態の変化の影響に関する実験の測定環境。

3.1: 皮膚血流量変化実験

6名の被験者に対し実験を行った。被験者の上腕部に圧迫帯(カフ)を装着し、0 mmHg から 100 mmHg まで、1分おきに圧迫帯を 20 mmHg ずつ圧迫して撮影を行った。また、100 mmHg の圧力で圧迫して撮影をした直後、カフを解放して 1 分間撮影を行った。

3.2: 局所血圧変化実験

7名の被験者に対し実験を行った。本実験では、心臓と測定部位(掌)間の高低差を変えることで局所血圧を変化させた。この高低差を以降相対高さと呼ぶ。被験者には、相対高さが 30 cm、20 cm、0 cm となるように調節された座面高の異なる椅子に着席させ、1 状態あたり 1 分間の撮影を行った。相対高さが異なる椅子に着席している被験者の様子を図 4 に示

す。



図 4 各相対高さにおける被験者の測定姿勢。

3.3: 結果・考察

3.1 の実験において、皮膚血流量と心拍成分強度の相関係数は、0.73~0.87 と正の値となった。一方、3.2 の実験では、局所血圧と心拍成分強度の相関は-0.96~-0.05 と負の相関を示す傾向が見られ、相関に大きな個人差が現れた。皮膚表層の血管はほとんど拍動していないことを考慮すると、この結果は皮膚表層の血管の特性と矛盾した結果であるといえる。これは、皮下深部の血管の拍動により発生する圧が映像脈波に反映されるためだと考えられる。また、局所血圧と心拍成分強度の相関に個人差が見られたのは、血管の内圧と血管容積の関係に個人差があることが原因であると考えられる。

4. まとめ

本研究では、映像脈波の生成要因を具体的に特定するために、表皮の揺動と皮下の循環動態の変化の影響について調査した。その結果、映像脈波の成因として表皮の動きはほとんど無関係であるのに対し、真皮の血管による皮下組織の圧迫に関係することを示唆する結果が得られた。今後、後者をさらに確認する実験が求められる。

文献

- 1) M. Poh, D. McDuff, and R. Picard, Non-contact, automated cardiac pulse measurements using video imaging and blind source separation. *J. Optics.*, **18**, (2010) 10762.
- 2) K. Nakajima, T. Maekawa and H. Miike, Detection of apparent skin motion using optical flow analysis Blood pulsation signal obtained from optical flow sequence. *Rev. Sci. Instrum.*, **68**, (1997) 1331
- 3) I. Sidorov, R. Romashko, V. Koval, R. Giniatullin and A. Kamshilin, Origin of Infrared Light Modulation in Reflectance-Mode Photoplethysmography. *PLoS ONE*, **11**, (2016) 0165413.